

А. О. Павленко, пров. інженер

О. О. Красова, к.б.н., науковий співробітник

І. І. Коршиков, д.б.н., професор

М. О. Баранець, молодший науковий співробітник

Криворізький ботанічний сад НАН України, вул. Маршака, 50, м. Кривий Ріг, 50089, Україна, e-mail: anolpavl@gmail.com

## СОЗОФІТИ У ПОСТМАЙНІНГОВИХ ЛАНДШАФТАХ КРИВБАСУ

Приведені результати обстеження 24 постмайнінгових кар'єрно-відвальних комплексів Криворіжжя щодо наявності рідкісних видів рослин, включених до «червоних списків» різних рангів. До списку созофітів уключено 40 видів фітобіоти. Найбільша частка ценоморф созофітної фракції представлена степантами. Розподіл гігоморф та геліоморф у відповідних спектрах відзначається переважанням ксерофітів та геліофітів. Трофоспектр характеризується переважанням видів-мезотрофів. Для трьох созофітів (*Pterotheca sancta*, *Astrodaucus littoralis* та *Crambe maritima*) відмічено специфічні прояви адаптації до нової екологічної обстановки.

**Ключові слова:** созофіти; фітобіота; постмайнінгові ландшафти; еколого-ценотичний аналіз; рефугіуми; Кривбас.

Криворізький залізорудний басейн (Кривбас) характеризується найвищою у світі концентрацією підземних і відкритих гірничих робіт, що зумовило докорінні зміни в ландшафтній структурі регіону. Площа, яку займають відходи підприємств із видобутку та збагачення залізної руди, накопичені впродовж 140 років, тут перевищує 18 тис. га, що становить 19% усіх порушених земель Дніпропетровської області [1].

Землі, трансформовані гірничовидобувними роботами, традиційно вважаються дестабілізованими, екологічно небезпечними. Проте досвід природничих досліджень Кривбасу показав, що з часом постмайнінгові території (такі, що виникли після завершення видобування і збагачення корисних копалин) стають ареною формування вторинних екосистем, розвиток яких підпорядковується загальним природним закономірностям [5].

Формування спонтанної рослинності на відпрацьованих кар'єрно-відвальних комплексах є предметом досліджень у багатьох країнах світу, зокрема, в Сполучених Штатах Америки, Бельгії, Словаччині, Чехії [29; 30; 34; 35; 36]. Ряд публікацій присвячено вивченню рідкісних видів біоти у техногенних ландшафтах. Серед них переважають роботи щодо видів родини *Orchidaceae* в техногенних неоекотопах гумідних територій. Автори зазначають, що відвали розкривних порід при видобутку корисних копалин стали притулком для

двох видів рідкісних орхідей півдня Польщі [37], шести видів – Кемеровської області РФ [10], восьми – Свердловської [22]. За даним Л.З. Слободян, на відвалах Львівського Прикарпаття із п'яти раритетних видів родини *Orchidaceae* найбільшої уваги потребує моніторинг стану популяцій *Epipactis palustris* (L.) Crantz (коручки болотної), який занесений до Червоної книги України та до Європейського червоного списку [17]. На південному сході України в межах відпрацьованих техногенних об'єктів відмічено 22 види ранньоквітучих рідкісних рослин, занесених до Червоної книги Донецької області [3]. Стосовно рідкісних бріобіонтів, М.Є. Рагуліною у посттехногенних екосистемах Волино-Поділля та Передкарпаття виявлено 2 види печіночників та 18 – брієвих мохів, що охороняються на різних рівнях [14].

Опубліковані праці про знахідки раритетних видів фітобіоти на виведених із експлуатації кар'єрно-відвальних комплексах Криворіжжя містять фрагментарні відомості. Дослідження видового складу ліхенобіоти наразі проведене Є.О. Головенко та І.І. Коршиковим на території дев'яти техногенних новоутворень [4]. Дані щодо розповсюдження на об'єктах індустріальної спадщини рідкісних для степової зони мохоподібних та папоротеподібних знаходимо у роботах В.В. Тротнер [20] та В.В. Тротнер та І.І. Мещанін [21], охоронюваних видів вищих рослин – у нотатках Н.С. Єременко [8], Г.Н. Шоль та В.В. Кучеревського [23].

Мета дослідження – визначити созофітну групу фітобіоти постмайнінгових територій Кривбасу та провести її еколого-ценотичний аналіз.

### **Матеріали та методи досліджень**

Територіальні межі Кривбасу в загальних рисах визначаються контуром, що охоплює рудоносні геологічні утворення. Центром регіону є місто Кривий Ріг, яке в субмеридіональному напрямку простягається на 126 км.

За геоботанічним районуванням майже вся територія досліджень входить до Бузько-Дніпровського (Криворізького) округу різнотравно-злакових степів, байрачних лісів та рослинності гранітних відслонень; лише крайня південна частина її (м. Інгулець) належить до Бузько-Інгульського округу злакових степів, подових луків і рослинності вапнякових відслонень [6]. Проте природний рослинний покрив Криворіжжя зазнав докорінної трансформації – наразі панівним типом рослинності є синантропний.

Обстежені відвали (всього 23) відрізняються за площею, конфігурацією, складом гірських порід та віком (40–130 років). Вони відсіпані розкритими породами, до складу яких входять некондиційні залізні руди, сланці, безрудні кварцити, пісок, глина, суглинки, вапняки. Винесені на денну поверхню скельні розкриті породи піддаються процесам фізико-хімічного вивітрювання та втрачають фітотоксичність. Старі залізрудні кар'єри мають незначну площу (2,5–38 га) та глибину (13–73 м); майже вертикальні борти їх не мають терас [9]. Гранітні кар'єри відрізняються ярусною будовою. Днища кар'єрних виї-

мок, за винятком розташованих на території двох рудників – Кочубеївського та Калачевського, нині затоплені.

При польовому обстеженні гірничопромислових об'єктів (рисунок) застосовувалися загально визнані методичні прийоми опису рослинності [27]. Латинські назви рослин наведені згідно зведення С. Л. Мосякіна та М. М. Федорончука [33]. При складанні списку раритетних видів використані матеріали власних досліджень (2003–2019 роки) та проаналізовані матеріали Червоної книги Дніпропетровської області (далі ЧКДО) [25], Червоної книги України (далі ЧКУ) [26], останніх видань Світового (далі СЧС) [32] та Європейського (далі ЄЧС) [28] «червоних списків».

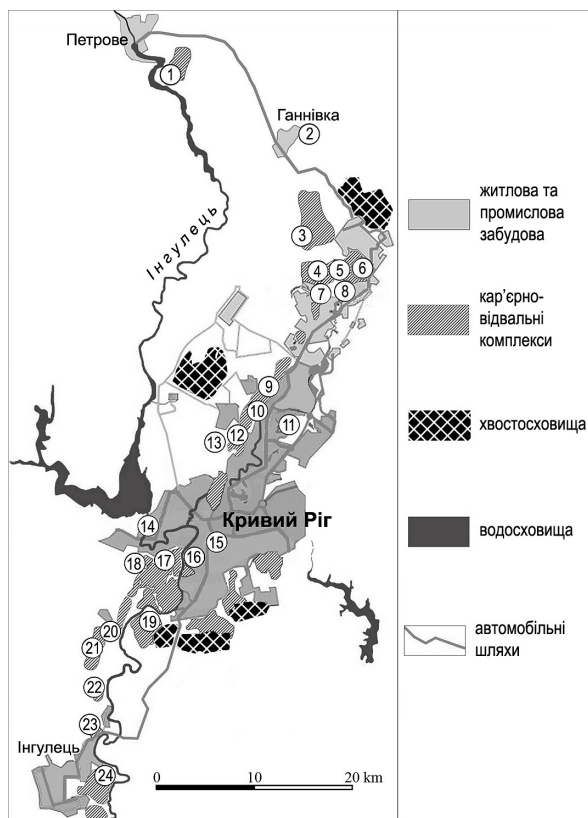


Рис. 1. Картохема розміщення постмайнінгових об'єктів Кривбасу

Легенда: 1, 3, 4, 6, 8, 9, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 24 – відвали відповідно Західно-Петрівський, Західно-Ганнівський, залізничний (3) та автомобільний (4) Першотравневого рудника, шахти «Тернівська», «Східний вал», Петрівський (12) та №7 (13) Глеюватського кар'єру, шахти ім. Валявка, Буршицький, кар'єру «Радянський», №1 «АрселорМіттал Кривий Ріг», Лівобережний (19) та №2 (21) Південного ГЗК, №3 Інгулецького ГЗК; 2, 5, 10, 20, 22 – старовинні рудники (кар'єрно-відвальні комплекси) відповідно – «Кочубеївські штольні», Калачевського, «Дубова балка», «Герварт», «Стародобровольський»; 7 – провальна зона шахти ім. Орджонікідзе; 11, 14 – гранітні кар'єри; відповідно – «Жовтневий», «Карачунівський»; 23 – техногенний ландшафтний заказник «Візірка»

Аналіз еко- та ценоморфичної структури складу созофітів здійснено з використанням монографічної праці В.В. Тарасова [19], а також характеристик видів з ЧКДО [22]. Визначення життєвих стратегій видів проводилося згідно з концепцією Л.Г. Раменського – Дж. Грайма [15; 31].

### Результати досліджень та їх обговорення

У постмайнінгових ландшафтах Кривбасу, як свідчать результати наших досліджень, відмічено 7 видів із СЧС, а саме: *Corylus avellana* L. (ліщина звичайна), *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. (очерет південний), *Poa angustifolia* L. (тонконіг вузьколистий), *Populus nigra* L. (тополя чорна), *Quercus robur* L. (дуб звичайний), *Trifolium pretense* L. (конюшина лучна), *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr. (ковила Лессінга) [32].

Ще 21 вид, поширений у техногенних неоекотопах, включений до ЄЧС [28]; це *Armoracia rusticana* L. (хрін звичайний), *Astragalus cicer* L. (астрагал хлопунець), *Camelina microcarpa* Andr. (рижій дрібноплодий), *Cerasus avium* (L.) Moench (вишня пташина, черешня), *C. mahaleb* (L.) Mill. (вишня магалєбська), *Cichorium intybus* L. (цикорій дикий), *Daucus carota* L. (морква дика), *Diploxys muralis* (L.) DC. (дворядник муровий), *Fragaria viridis* Duchesne (суниці зелені), *Isatis campestris* Steven ex DC. (вайда польова), *Lactuca tatarica* (L.) C.A. Mey. (лагук татарський), *Lathyrus tuberosus* L. (чина бульбиста), *Lepidium perfoliatum* L. (хрінниця пронизанолиста), *L. ruderalis* L. (хрінниця смердюча), *Medicago lupulina* L. (люцерна хмелевидна), *M. romanica* Prodan (люцерна румунська), *Melilotus albus* Medik. (буркун білий), *M. officinalis* (L.) Pall. (буркун жовтий), *Pyrus communis* L. (груша звичайна), *Scariola viminea* (L.) F.W. (скаріола прутувидна), *Securigera varia* (L.) Lassen (секироплідник барвистий). Проте, всі вони (за винятком *Stipa lessingiana*) є звичайними для урбанофлори Кривого Рогу та Правобережного степового Придніпров'я. Власне, вони і належать до категорії Least Concern (LC) – вид, що викликає найменше занепокоєння. Із вищенаведеного переліку 9 видів у флорі Правобережного Придніпров'я мають статус адвентивних; це *Armoracia rusticana*, *Camelina microcarpa*, *Cerasus avium*, *C. mahaleb*, *Cichorium intybus*, *Diploxys muralis*, *Lathyrus tuberosus*, *Lepidium perfoliatum*, *L. ruderalis*. Аборигенні види є широко розповсюдженими, тож існуванню їх нічого не загрожує, і включати їх до охоронних списків, навіть на обласному рівні, немає сенсу [24].

За результатами досліджень доцільним є включення до раритетної компоненти фітобіоти посттехногенних ландшафтів Криворіжжя 40 видів, з яких один належить до відділу *Ascomycota*, один – до відділу *Marchantiophyta*, 4 – до відділу *Polypodiophyta* та 34 – до відділу *Magnoliophyta* (19 родин, 27 родів) (таблиця). З них чотири види: *Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng. (брандушка різнокольорова), *Gymnospermium odessanum* (DC.) Takht. (голонасінник одеський), *Iris pumila* L. (півники маленькі) та *Stipa ucrainica* P.A. Smirn. (ковила українська) натуралізувалися в ході рекультивациі. Ще

чотири види – *Crambe maritima* L., *Stipa capillata* L., *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr., *S. pulcherrima* K. Koch., очевидно, розселилися по відвалах як за рахунок рекультивації, так і спонтанної експансії; решта видів – природним шляхом.

Стосовно належності до офіційних переліків рідкісних рослин, 10 видів включені до ЧКУ [26], 38 – до ЧКДО [25]. Лише один вид – *Stipa lessingiana* входить до Світового червоного списку [32] (таблиця). Раніше Н. С. Єременко наводила 5 раритетних видів із ЧКУ в складі рудеральних угруповань відвалів і кар'єрів [8]; нами виявлено їх удвічі більше. Зважаючи на те, що складений нами загальний список вищих рослин постмайнінгових територій Кривбасу включає 374 види, созофітна група у його складі становить близько 10 %.

Найбільше созофітів (10 видів) відмічено на відвалі Стародобровольського рудника – одного з найстаріших у Кривбасі. По 9 рідкісних видів зростає на руднику «Кочубеївські штольні» (віком близько 130 років) та автомобільному відвалі Першотравневого кар'єру, вік якого не перевищує 50 років (тут майже всі раритетні види були штучно привнесені в ході рекультиваційних експериментів). По 8 видів зафіксовано на сторічному відвалі рудника «Гервардт» і трьох відвалах техногенного заказника «Візирка» віком близько 50 років, де проводилася рекультивація. Ці дані свідчать, що чисельність рослин-раритетів зростає з віком об'єкту індустріальної спадщини, а також залежить від чинника штучної активізації розвитку біорізноманіття.

Опосередковано з віком відвалу пов'язаний і його розмір: дореволюційні та довоєнні відвали, які відсипалися грабарками та малопотужною технікою мають найменші розміри (3–10 га); ті, що сформовані до 60-х років минулого століття автомобільним транспортом, характеризуються висотою 50–100 м при невеликій площі підшви (40–90 га); залізничні відвали сучасних кар'єрів являють собою насипи висотою до 180 м і площею до 1000 га. Тому найвища «насиченість» рослинності созофітами спостерігається, як правило, на об'єктах з найменшою площею.

Найпоширенішими созофітами є *Linaria biebersteinii* (зустрічається на всіх об'єктах), *Stipa lessingiana* (відмічено на 11 відвалах), *Stipa capillata* та *Rosa bordzilowskii* (знайдено на 9 відвалах).

Вважається, що в процесі формування рослинного покриву на техногенних субстратах першими оселяються анемохорні види, згодом отримують розвиток балісти [7]. Так, на прикладі загального флористичного складу відвалу «Лівобережний», де частка рудералів складає 67 %, показано, що найчисельнішими є анемохори та зоохори [12]. У нашому випадку серед созофітів переважають степанти та сільванти, для яких характерні інші типи поширення.

У постмайнінгових ландшафтах за типами діаспорохорії домінують «облігатні» балісти (37,5 % видів); «облігатні» анемохори посідають друге місце (25 %). Частку зоохорів складають лише 3 види (7,5 %). Утім, механізми занесення балістів на території, підняті над землею поверхнею на кілька десятків метрів, детально не з'ясовані. Очевидно, в посттехногенних екосистемах, де

рослини виявляють пластичність щодо стратегій виживання, «чисті» типи діаспорохорії заміщуються змішаними (найвірогіднішими додатковими способами розселення є орніто- та антропохорія). Зазначимо, що для видів роду *Stipa* характерний саме змішаний анемохорно-геохорний тип (таблиця).

За типами ценотичної стратегії безумовно переважають S-стратегії: їх частка складає 72,5 %. Існує думка, що в рослин у техногенних екосистемах у більшості випадків мають місце перехідні форми між різними типами стратегій із ознаками стрес-толерантності [2]. Такий висновок в результаті спостереження за ценотичною поведінкою рослин зроблено за умов їх розвитку на фітотоксичних субстратах відвалів вугільних шахт та промайданчиків. Але рідкісні рослини посттехногенних екотопів Кривбасу зростають здебільшого у квазіприродних степових угрупованнях [13], де вони виступають як асектатори. Окремі фрагменти їх локальних популяцій складаються найчастіше всього з 5–10 особин, але вони, як правило, протягом тривалого часу зберігають свої фітоценотичні позиції. Тому, на нашу думку, цим видам притаманні ті ж типи стратегій, що і в природних екосистемах. Представниками групи змішаної конкурентно-стрес-толерантної стратегії (CS) є чотири види роду *Stipa*, які мають доволі виражену здатність до домінування і утворюють на виведених з експлуатації відвалах маловидові ценози площею 5–200 м<sup>2</sup>. Зміна ценотичної стратегії спостерігається лише у *Pterotheca sancta*, що є, на нашу думку «прогресуючим» видом [11]. Локальне поширення малочисельних популяцій цього виду на степових схилах, солонцях та вапнякових відслоненнях [25] вказує на його патіентність (S-стратегію). Розселення ж його у посттехногенних ландшафтах, а також уздовж залізничних шляхів відбувається за рахунок набуття експлерентної стратегії (R).

У складі ценоморф созофітної фракції найбільшу частку мають степанти (22,5 %); вагомий внесок роблять петростепанти разом із степопетрофітами (30 %). Частка інших «змішаних» ценоморф (всього 10 найменувань) складає 30 % усієї вибірки. Така різноманітність типів пристосованості видів до фітоценозу зумовлена винятковим біотопічним різноманіттям штучних ландшафтних утворень.

Цікаво, що сільванти, частка яких становить 12,5 % (за винятком *Viburnum lantana*), знаходять придатні до існування умови не в деревно-чагарникових угрупованнях, а в досить специфічних мікрооселищах – затінених проміжках між великими брилами кварцитів, заповнених продуктами вивітрювання.

Розподіл видів за гігоморфами має такий вигляд: перше місце посідають ксерофіти (17 видів або 42,5 % від наведеного списку), частки мезоксерофітів та ксеромезофітів дуже близькі та становлять 8 та 7 видів (20,0 % та 17,5 %) відповідно. Гігоморфи мезофітів та мезогірофітів представлені 3 та 2 видами (7,5 % та 5 %) відповідно. Еуксерофіти, гігомезофіти та гірофіти представлені по 1 виду (по 2,5 %).



Таблиця  
Созофіти постмайнінгових ландшафтів Кривбасу: охоронний статус та еколого-ценотичні характеристики

Назва виду	Созологічний статус	Знахідки на об'єктах (номер на картосхемі)	Діаспорохори	Ценогічна стратегія	Ценоморфи	Гігроморфи	Геліоморфи	Трофоморфи
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Відділ <i>Ascomycota</i> , Клас <i>Lecanomycetes</i> O.E. Erikss. et Winca								
Родина <i>Cladoniaceae</i> Zenker								
<i>Cladonia rangiformis</i> Hoff. (кладонія оленячорога)	ЧКДО	1, 20	Anch	S	StSil	KsMs	HeSc	OgTr
Відділ <i>Marchantiophyta</i> , Клас <i>Marchantiopsida</i> Cronquist, Takht. et W. Zimm.								
Родина <i>Marchantiaceae</i> Lindl.								
<i>Marchantia polymorpha</i> L. (маршанція поліморфна)	ЧКДО	14	Hdch	S	PttPal	Hg	Sc	OgMgTr
Відділ <i>Polytrichophyta</i> , Клас <i>Polytrichopsida</i>								
Родина <i>Athyriaceae</i> Alston								
<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth (безщитник жіночий)	ЧКДО	19	Anch	S	Sil	MsHg	Sc	OgMsTr
<i>Cistopteris fragilis</i> (L.) Bernh. (пухирник ламкий)	ЧКДО	19	Anch	S	Sil	Ms	ScHe	OgTr
Родина <i>Dryopteridaceae</i> Ching								
<i>Dryopteris carthusiana</i> (Vill.) H.P. Fuchs (щитник шартрський)	ЧКДО	2	Anch	S	Sil	HgMs	ScHe	MsTr
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott (щитник чоловічий)	ЧКДО	7, 19	Ach (Anch)	S	Sil	MsHg	Sc	OgMsTr

Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Відділ <i>Magnoliophyta</i> , Клас <i>Magnoliopsida</i>								
Родина <i>Berberidaceae</i> Juss.								
<i>Gymnospermium odessanum</i> (DC.) Takht. (голокучник одеський)	ЧКУ; ЧҚДО	6	Val, Мугтм	SC	SlSt	Ks	ScHe	MsTr
Родина <i>Sargurophyllaceae</i> Juss.								
<i>Kohlruschia prolifera</i> (L.) Kunth (кольраушія паросткова)	ЧҚДО	9, 10	Bal	RS	PrPtr	MsKs	He	MsTr
Родина <i>Limoniaceae</i> Seg.								
<i>Goniolimon besserianum</i> (Schult.) Kusp. (гоніолімон Бессера)	ЧҚДО	2, 5, 22	Bal (Perv)	S	PtrSt	Ks	He	MsTr
Родина <i>Brassicaceae</i> Burnett								
<i>Alyssum parviflorum</i> M. Vieb. (бурачок дрібноквітковий)	ЧҚДО	23	Bar	R	StPtr	Ks	He	OgMsTr
<i>Aurinia saxatilis</i> (L.) Desv. (авринія скельна)	ЧҚДО	12	Bar	S	Ptr	KsMs	He	MsTr
<i>Crabwe maritima</i> L. (катран морський)	ЧКУ	6, 10, 12	Perv	RS	Lit, PtrPs	MsKs	He	MsTr
<i>Hesperis tristis</i> L. (вечірниця плакучі)	ЧҚДО	2	Bar	S	StPr	Ms	ScHe	MsTr
Родина <i>Rosaceae</i> Juss.								
<i>Rosa bordzilowskii</i> Chrshan. (шипишина Бордзіловського)	ЧҚДО	1, 5, 6, 11, 15, 17, 22, 23, 24	EndZ	S	PtrSt	KsMs	He	MsTr



Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Родина <i>Fabaceae</i> Lindl.								
<i>Astragalus asper</i> Jacq. (астрагал шорсткий)	ЧҚДО	16	Bal	S	PtrSt	Ks	He	MgTr
<i>Astragalus dasycanthus</i> Pall. (астрагал шерстистоквітковий)	ЧҚУ; ЧҚДО	2, 5	Bal	S	St	Ks	He	MgTr
<i>Astragalus pallescens</i> M. Vieb. (астрагал блідий)	ЧҚДО	5	Bal	S	StPtr	Ks	He	MsTr
Родина <i>Rutaceae</i> Juss.								
<i>Harpophyllum suaveolens</i> (DC.) G. Don f. (галлофіл запашний)	ЧҚДО	20, 23	Bal	S	PtrSt	Ks	He	MsTr (Ca)
Родина <i>Apiaceae</i> Lindl.								
<i>Astrodaucus littoralis</i> (M. Vieb.) Drude (морковниця прибережна)	ЧҚУ	4, 16	EpZ	S	Lit, PtrPs	MsKs	He	(Alk.) OgTr
Родина <i>Viburnaceae</i> Raf.								
<i>Viburnum lantana</i> L. (калина городовина)	ЧҚДО	18	EndZ	S	Sil	KsMs	ScHe	MsTr
Родина <i>Rubiaceae</i> Juss.								
<i>Galium volhynicum</i> Pobed. (підмаренник волинський)	ЧҚДО	2	Bal	S	St	Ks	He	MsTr
Родина <i>Convolvulaceae</i> Juss.								
<i>Convolvulus lineatus</i> L. (берізка лінійнолиста)	ЧҚДО	5, 22, 23	Bal	S	StPtr	Ks	He	MsTr (Ca)
Родина <i>Boraginaceae</i> Juss.								
<i>Onosma macrochaeta</i> Klokov et Dobrosz. (гromовик великощетиистий)	ЧҚДО	22	Bal	S	PtrSt	Ks	He	MsTr (Ca)

## Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Родина <i>Scrophulariaceae</i> Juss.								
<i>Linaria biebersteinii</i> Besser (льноок Біберштейна)	ЧКДО	1–24	Bal	S	PrRu	Ks	He	MgTr
Родина <i>Lamiaceae</i> Lindl.								
<i>Thymus × dimorphus</i> Klokov et Des.-Shost. (чебрець двовидний)	ЧКДО	5, 6, 11, 15, 17, 22, 23	Bal	S	PtrSt	EuKs	He	MsTr
Родина <i>Asteraceae</i> Dumort.								
<i>Carlina biebersteinii</i> Bernh. ex Hornem. (відкасинок Біберштейна)	ЧКДО	4	Anch	RS	(Ru) PtrSt	MsKs	He	MsTr
<i>Sentaurea orientalis</i> L. (волошка східна)	ЧКДО	8, 20	Anch	S	St	Ks	He	MsTr
<i>Inula helenium</i> L. (оман високий)	ЧКДО	6	Anch	S	SilPr	Ms	ScHe	MsTr
<i>Inula oculus-christi</i> L. (оман очний)	ЧКДО	22	Anch	SC	St	MsKs	ScHe	MgTr
<i>Jurinea brachysephala</i> Klokov (юрінея короткоголова)	ЧКДО	20, 22	Anch	S	StPtr	Ks	He	MsTr (Ca)
<i>Pterotheca sancta</i> (L.) K. Koch (птеротека палестинська)	ЧКДО	12, 13, 16	Anch	R	(Ru) PtrSt	KsMs	He	MsTr (Ca)
Родина <i>Melanthiaceae</i> Batsch								
<i>Bulbocodium versicolor</i> (Ker- Gawl.) Spreng. (брандушка різнокольорова)	ЧКУ; ЧКДО	6, 23	Bal	S	St	KsMs	He	MgTr

## Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Родина <i>Iridaceae</i> Juss.								
<i>Strocus reticulatus</i> Steven ex Adams (шафран сітчастий)	ЧКУ; ЧҚДО	22	Bal	S	PrSt	KsMs	He	MgTr
<i>Iris pumila</i> L.	ЧҚДО	8	Bal	S	St	MsKs	He	MsTr
Родина <i>Alliaceae</i> J. Agardh								
<i>Allium guttatum</i> Steven (цибуля крапчаста)	ЧҚДО	22	Bal	S	PsSt	MsKs	He	MsTr
<i>A. rotundum</i> L. (цибуля кругла)	ЧҚДО	10, 20	Bal	S	St	Ks	He	MgTr
Родина <i>Poaceae</i> Varnhart.								
<i>Stipa capillata</i> L. (ковиля волосиста)	ЧКУ; ЧҚДО	2, 10, 11, 12, 20, 21, 22, 23, 24	Anch (Geh)	CS	St	Ks	He	MsMgTr
<i>S. lessingiana</i> Trin. et Rupr. (ковиля Лессінга)	IUCN RL; ЧКУ; ЧҚДО	2, 4, 5, 6, 8, 12, 18, 20, 21, 22, 23, 24	Anch (Geh)	CS	St	Ks	He	MgTr
<i>S. pulcherrima</i> K. Koch. (ковиля найкрасивіша)	ЧКУ; ЧҚДО	1, 2, 6	Anch (Geh)	CS	PtrSt	MsKs	He	MsTr
<i>S. ukrainica</i> P.A. Smirg. (ковиля українська)	ЧКУ; ЧҚДО	6	Anch (Geh)	CS	St	EuKs	He	MgTr

Примітка: Ach – автохор; Anch – анемохор; Bar – барохор; Bal – баліст; EpZ – епізоохор; EndZ – ендозоохор; Gch – геохор; Hdch – гідрохор; Murg – мирмекохор; Pev – первольвент; C – віолент; S – стрес-толерант; R – експлерент; Pt – петрофіт; Lit – літоральний вид; Pr – пратант; Ps – псамофіт; Ru – рудерант; Sil – силвант; St – степант; EuKs – еуксерофіт; Ks – ксерофіт; Ms – мезофіт; Hg – гігрофіт; He – геліофіт; Sc – сціофіт; HeSc – геліосціофіт; ScHe – сціогеліофіт; AlKTr – рослина засоленних ґрунтів; Ca – кальцієфіл; MgTr – мезотроф; MsTr – мезотроф; OgTr – оліготроф.

Серед геліоморф переважно більшість становлять геліофіти (29 видів; 72,5 %), що цілком очікувано для степової зони України; друга за чисельністю група геліоморф – сціогеліофіти (7 видів; 17,5 %). Сціофітів у наведеному списку налічується 3 види (7,5 %) – 2 види папоротей та 1 вид печіночних мохів. Геліосціофіти представлені лише одним видом – лишайником *Cladonia rangiformis*.

За відношенням до трофності субстрату созофітна група фітобіоти характеризується переважанням видів-мезотрофів (17 видів; 42,5 %); ще 5 видів даного типу трофоморф здатні існувати на субстратах із карбонатним засоленням. Друге місце за чисельністю посідають мегатрофи (8 видів; 20,0 %); частка інших груп разом становить чверть усіх трофоморф.

Зазначимо, що доступність елементів живлення для рослин на техногенних субстратах залежить від сприятливості останніх для первинного ґрунтоутворення. Максимально сприятливими є леси, лесовидні суглинки та супіски; проміжне положення в цьому ряду займають глини та дрібнофракційні скельні уламки (кварцити, сланці); найменшу сприятливість мають великоуламкові кристалічні породи [16]. Окрім оцінки оптимальності гранулометричного складу субстратів необхідне урахування фітотоксичності порід, найвищий ступінь якої притаманний у перші роки після відсипки вапняковому рухляку, засоленому сіро-зеленим та червоно-бурим глинам, тальковим сланцям [18]. Але на поверхні відвалів екотопи, сформовані «чистими» субстратами, займають зовсім невелику територію, оскільки пухкі та скельні породи здебільшого змішуються при відсипці.

Так, созофіти з групи мезотрофів поширені на сумішах суглинків з подрібненими кварцитами і сланцями та продуктами їх гіпергенезу. Серед мезотрофів-карбонатofilів *Haplophyllum suaveolens*, *Jurinea brachycephala*, *Onosma macrochaeta* оселяються лише на вапняковому рухляку, який кілька десятків років проходив процес гіпергенезу, виключно в південній частині регіону. Оліготрофи та олігомезотрофи знаходять придатні мікрооселища між брилами кварцитів, або в тріщинах на їх поверхні. Рідкісні види-мегатрофи зазвичай зустрічаються на плато старих відвалів, де сформувалися примітивні ґрунти з потужністю родючого шару 5–10 см.

Найспецифічнішою формою прояву адаптації до нових едафічних умов є опанування літоральними псамофітами *Astrodaucus littoralis* та *Crambe maritima* крупнощобенистих кварцито-сланцевих субстратів на схилах відвалів у північній та центральній частинах Кривбасу.

Підсумовуючи вищевикладене, слід зазначити, що субстратна мозаїчність, складний мезорельєф, неоднорідні мікрокліматичні умови посттехногенних ландшафтних утворень спричинюють виняткове екотопічне різноманіття, завдяки чому тут здатна існувати сукупність рослин з досить широким екоморфічним і ценотичним спектрами. Постмайнінгові території зазнають значно меншого антропогенного втручання, аніж залишки природних екосистем

Криворіжжя, тому популяції созофітів тут не зазнають впливу тих негативних факторів, які стали причиною скорочення їх чисельності в природних умовах (забудова територій, пасквальне та рекреаційне навантаження, збирання на букети, заготівля лікарської сировини). Об'єкти, де забезпечується збереження і відтворення цих популяцій, виступають рефугіумами раритетного фіторізноманіття в техногенно трансформованому регіоні.

### Висновки

1. Созофіти постмайнінгових ландшафтів Криворіжжя представлені 40 видами, включеними до трьох різнорангових «червоних списків». З них рослини 32 видів оселилися спонтанно, 4 – натуралізувалися після привнесення під час рекультиваційних експериментів, ще 4 – розселилися обома шляхами.

2. У складі созофітної фракції фітобіоти відпрацьованих техногенних об'єктів переважають пацієнти (S-стратегі); це цілком узгоджується із жорсткими екологічними умовами відвальних ландшафтів. Зміна ценотичної стратегії з пацієнтної на експлерентну в процесі опанування нових екологічних просторів спостерігається лише у *Pterotheca sancta*.

3. Найбільша частка ценоморф созофітної фракції представлена степантами (22,5 %); вагомий внесок роблять петростепанти разом із степопетрофітами (30 %). Всього відмічено 3 найменування «чистих» та 10 – «змішаних» ценоморф; така значна кількість типів пристосованості видів до ценотичного середовища зумовлена винятковим біотопічним різноманіттям штучних ландшафтних утворень.

4. Розподіл гігроморф та геліоморф у відповідних спектрах відзначається переважанням ксерофітів (42,5 %) та геліофітів (72,5 %), що взагалі є характерним для степової зони.

5. За відношенням до трофності субстрату созофітна група фітобіоти характеризується переважанням видів-мезотрофів (42,5 %), поширених на сумішах суглинків з подрібненими кварцитами і сланцями та продуктами їх гіпергенезу. Друге місце за чисельністю посідають мегатрофи (20 %), які зазвичай зустрічаються на плато старих відвалів, де сформувалися примітивні ґрунти. Оліготрофи та олігомезотрофи знаходять придатні мікрооселища між брилами кварцитів, або в тріщинах на їх поверхні. Специфічною формою прояву адаптації до нових едафічних умов є опанування літоральними псамофітами *Astrodaucus littoralis* та *Crambe maritima* крупнощелебенистих кварцито-сланцевих субстратів

6. Постмайнінгові території зазнають значно меншого антропогенного втручання, аніж залишки природних екосистем Криворіжжя, тому виступають рефугіумами раритетного фіторізноманіття в техногенно трансформованому регіоні.

Стаття надійшла до редакції 30.04.2020

### Список використаної літератури

1. Бабєць Є. К. Наслідки діяльності гірничодобувних підприємств для стану земель і ландшафту Криворіжжя та загальні вимоги до їх відновлення / Є. К. Бабєць, В. І. Антонік, Л. О. Штанько // Сучасні технології розробки рудних родовищ. Еколого-економічні наслідки діяльності підприємств ГМК: мат. IV наук.-техн. конф. – Кривий Ріг: Видавець Роман Козлов, 2019. – С. 15–20.
2. Глухов А. З. Стратегии популяций растений в техногенных экосистемах / А. З. Глухов, А. И. Хархота, С. И. Прохорова, И. В. Агурова // Промышленная ботаника. –2011. Вып. 11. – С. 3–13.
3. Глухов А.З. Экоморфологический анализ раннецветущих видов растений в техногенных экотопах юго-востока Украины / А.З. Глухов, А.И. Хархота, С.И. Прохорова, И.В. Агурова, С.П. Жуков // Екологія та ноосферологія. – 2011. – Т. 22, № 3–4. – С. 48–57.
4. Головенко Є. О. Видове різноманіття та особливості поширення лишайників у кар'єрно-відвальних комплексах Криворіжжя / Є. О. Головенко, І. І. Коршиков // Укр. ботан. журн. –2018. –Т. 75, № 1. – С. 50–58. doi: 10.15407/ukrbotj75.01.050
5. Денисик Г. І. Похідні процеси та явища в ландшафтах зон техногенезу / Г. І. Денисик, Г. М. Задорожня. – Вінниця: ПП «Едельвейс і К», 2013. – 220 с.
6. Дідух Я. П. Геоботанічне районування України та суміжних територій / Я. П. Дідух, Ю. Р. Шеляг-Сосонко // Укр. бот. журн. –2003. – Т. 60, № 1. – С. 6–17.
7. Добровольский И. А. Эколого-биоценологические основы оптимизации техногенных ландшафтов степной зоны Украины путем озеленения и облесения (на примере Криворожского железорудного бассейна): автореф. дисс. докт. биол. наук спец. 03.00.16 / И. А. Добровольский. – Днепропетровск, 1979. – 63 с.
8. Єременко Н. С. Раритетні види рудеральних угруповань м. Кривого Рогу: сучасний стан і проблеми охорони / Н. С. Єременко // Рідкісні рослини і гриби України та прилеглих територій: реалізація природоохоронних стратегій: матер. IV Міжнарод. конф. – К.: ПАЛИВО-ДА А. В., 2016. – С. 80–83.
9. Казаков В. Л. Критерії часової ідентифікації об'єктів індустріальної спадщини / В. Л. Казаков // Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету ім. М. Коцюбинського. Сер. Географія. Вінниця. – 2010. – Вип.21. – 2010. – С. 98–105.
10. Казьмина С. С. Особенности естественного самозарастания отвалов в горно-таежной зоне юга Сибири / С. С. Казьмина // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: сб. науч. статей по мат. XVI междунар. науч.-практ. конф (5–8 июня 2017 г., Барнаул). – Барнаул: Концепт, 2017. – С. 31–34.
11. Красова О. О. *Anisantha sterilis* (L.) Nevski та *Pterotheca sancta* (L.) K. Koch у синантропній флорі Кривбасу / О. О. Красова, Г. Н. Шоль, А. О. Павленко // Синантропізація рослинного покриву України: мат. III Всеукраїнської наук. конф. – Київ, 2019. – С. 90–93.
12. Миснік К. О. Організованість та розвиток рослинності відвалу «Лівобережний» / К. О. Миснік, Я. В. Маленко // Екологічний Вісник Криворіжжя. –2019. –Вип. 4. – С. 114–121. doi: 10.31812/eeco-bulletin-krd.v4i0.2570
13. Павленко А. О. «Квазістепові» угруповання у техногенних ландшафтах Кривбасу / А. О. Павленко // Матеріали XIV з'їзду УБТ. – Київ, 2017. – С. 67.
14. Рагуліна М. Є. Участь мохоподібних у процесах самовідновлення техногенно порушених екосистем Волино-Поділля та Передкарпаття: автореф. дис. канд. біол. наук (спеціальність 03.00.16) / М. Є. Рагуліна. – Львів, 2015. – 20 с.
15. Раменский Л. Г. Проблемы и методы изучения растительного покрова. Избранные работы / Л. Г. Раменский. – Л.: Наука, 1971. – 334 с.
16. Савосько В. Н. Генезис и морфология примитивных почв техногенных ландшафтов Кривбаса / В. Н. Савосько // Питання біоіндикації та екології – 2010. – Вип. 15, № 2. – С. 152–162.
17. Слободян Л. З. Рідкісна флора техногенних екотопів Дрогобицько-Бориславського урбопромислового комплексу / Л. З. Слободян // Збірник наук. праць молодих учених Дрогобицько-державного педагогічного університету ім. І. Франка. 2012. – С. 482–488.



18. Сметана О. М. До теорії фітооптимізації порушених гірничими роботами земель / О. М. Сметана, А. Ю. Мазур // «Проблеми збереження біорізноманіття в природних та техногенно порушених екосистемах»: матер. наук. конф. молодих вчених. – Кривий Ріг, 2008. – С. 8–14.
19. Тарасов В. В. Флора Дніпропетровської і Запорізької областей. Видання друге. Доповнене та виправлене / В. В. Тарасов. – Д.: «Ліра», 2012. – 296 с.
20. Тротнер (Приймачук) В. В. Знахідки рідкісних видів рослин на Криворіжжі / В. В. Тротнер (Приймачук) // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. Збірник наукових праць, вип. 45. – Дніпро: Ліра, 2016. – С. 60–67.
21. Тротнер В. В. Знахідки рідкісних видів папоротей в гірничопромислових ландшафтах Криворіжжя / В. В. Тротнер, І. І. Мещанін // Рослинний світ у Червоній книзі України: впровадження Глобальної стратегії збереження рослин: матер. V Міжнар. конф. – Херсон, 2018. – С. 85–89.
22. Филимонова Е. И. Орхидные в техногенных экосистемах Урала / Е. И. Филимонова, Н. В. Лукина, М. А. Глазырина // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2014. – Вып. 11. – С. 68–75.
23. Шоль Г. Н. Самовідновлення ковилових угруповань на відвалі колишнього Кочубеївського рудника / Г. Н. Шоль, В. В. Кучеревський // Відновлення порушених природних екосистем: матер. V міжнарод. наук. конф. (м. Донецьк, 12–15 травня 2014 р.). – Донецьк, 2014. – С. 358–359.
24. Шоль Г. Н. Раритетна складова урбанofлори Кривого Рогу та шляхи її збереження / Г. Н. Шоль // Чорномор. ботан. журн. – 2017. – Т. 13, № 1. – С. 108–118. doi: 10.14255/2308-9628/17.131/9.
25. Червона книга Дніпропетровської області (рослинний світ) / За ред. А. П. Травлєєва. – Дніпропетровськ: ВВК Баланс-Клуб, 2010. – 500 с.
26. Червона книга України. Рослинний світ / Відп. ред. Я. П. Дідух. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – 912 с.
27. Якубенко Б. Є. Геоботаніка: методичні аспекти досліджень. Навчальний посібник / Б. Є. Якубенко, С. Ю. Попович, П. М. Устименко, Д. В. Дубина, А. М. Чурилов. – К.: Ліра К., 2018. – 316 с.
28. Bilz M. European Red List of Vascular Plants / M. Bilz, S. P. Kell, N. Maxted, R. V. Lansdown. – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011. – 132 p.
29. Christian C. L. Vegetative community development over 30 years within mixed pine-hardwood mine reclamation sites in East Texas / C. L. Christian, B. P. Oswald, H. M. Williams, K. W. Farris // Journal American Society of Mining and Reclamation. – 2016. – Vol.5, No. 2. – P. 19–57.
30. Frouz J. Vegetation and soil development in planted pine and naturally regenerated hardwood stand 48 years after mining / J. Frouz, J. A. Franklin // Journal of American Society of Mining and Reclamation. – 2014. – Vol. 3, No. 2. – P. 21–40.
31. Grime J.P. Interpretation of small-scale patterns in the distribution of plant species in space and time / J. P. Grime // Verh. Kon. ned. akad. wetensk. Afd. natuurk. – 1978. – R. 2. – № 70. – P. 101–124.
32. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-1 [Electronic resource] // International Union for Conservation of Nature and Natural Resources – Mode of access : WWW.URL : <http://www.iucnredlist.org/#>. Accessed by 6 April 2020.
33. Mosyakin S. L. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist / S. L. Mosyakin, M. M. Fedoronchuk. – Kiev, 1999. – 346 p.
34. Pitz C. Naturally recruited herbaceous vegetation in abandoned Belgian limestone quarries: towards habitats of conservation interest analogues? / C. Pitz, J. Piqueray, A. Monty, G. Mahy // Folia Geobotanica. – 2018. – Vol. 53, Issue 2. – P. 147–158.
35. Turisová I. Floristic composition on the abandoned copper heaps in Central Slovakia / I. Turisová, T. Štrba, P. Andráš, Š. Aschenbrenner // Romanian Journal of Mineral Deposits. – 2014. – Vol. 87. – P. 61–64.

36. Vacek Z. Forest biodiversity and production potential of post-mining landscape: opting for afforestation or leaving it to spontaneous development? / Z. Vacek, J. Cukor, V. Podrazsky, R. Linda, J. Kovarik // *Central European Forestry Journal*. – 2018. – Vol. 64. – P. 116–126.
37. Woch M. W. Flora of spoil heaps after hard coal mining in Trzebinia (southern Poland): effect of substratum properties / M. W. Woch, M. Radwacka, A. M. Stefanowicz // *Acta Bot. Croat.* – 2013. – Vol. 72, No. 2. – P. 237–256.

**A. O. Pavlenko, O. O. Krasova, I. I. Korshykov, M. O. Baranets**

Kryvyi Rih Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine, 50, Marshak Str., Kryvyi Rih 50089, Ukraine

## **SOZOPHYTES IN POSTMINING LANDSCAPES OF KRYVYI RIH BASIN**

### **Abstract**

**Introduction.** Traditionally, lands transformed by mining operations are considered destabilized and environmentally hazardous. However, the experience of natural researches of Kryvyi Rih Basin showed that over time post-mining territories (those that emerged after the completion of mineral extraction and enrichment) become the arena of formation of secondary ecosystems, the development of which is the subject to the general natural laws. There, within vegetation communities, populations of rare plants, which are included into “conservation lists” of various ranks, are forming.

**Aim.** To define the sozophyte fraction of phytobiota of post-mining territories of Kryvyi Rih Basin and to carry out ecological-coenotical analysis of this fraction.

**Methods.** A list of the sozophytes was completed basing on multiple surveys of quarry-dump complexes of Kryvyi Rih Area. In its formation, the materials of the Red Book of Dnipropetrovsk Region, the Red Book of Ukraine, the latest editions of the World and European Red Lists have been analyzed. The analysis of the eco- and coenomorph structure of the composition of the sozophytes was carried out using the monographic work by V.V. Tarasov, as well as the characteristics of species from the Red Book of Dnipropetrovsk Region. Determination of life strategies of species was carried out in accordance with the concept of L.G. Ramenskiy – J. Grime.

**Results.** We found that 27 species of flora of anthropogenic ecotopes included in the World and European Red Lists are widespread in the region. There is no threat to the existence of such species today, and it does not make sense to include them in the conservation lists. Instead, the list of sozophytes included 40 species from the “red books” of the lower ranks: one belongs to Ascomycota, one to Marchantiophyta, 4 – to Polypodiophyta and 34 to Magnoliophyta (19 families, 27 genera). The composition of the sozophyte fraction of phytobiota of waste man-made objects is dominated by patients (S-strategists), steppants and petrophytes, xerophytes, heliophytes, mesotrophs.

**Conclusion.** Post-mining territories undergo much less anthropogenic interference than the remnants of natural ecosystems of Kryvyi Rih Area, so they are refugia of rare phytodiversity in the technogenically transformed region. Of the sozophyte fraction, 32 species settled here spontaneously, 4 – naturalized after introduction during reclamation experiments, and 4 more – established by both ways.

**Key words:** sozophytes; phytobiota; post-mining landscapes; ecological-coenotical analysis; refugia; Kryvyi Rih Area.

## References

1. Babets Ie. K., Antonik V. I., Shtanko L. O. (2019) *Impact of the activities of mining ventures on state of lands and landscape of Kryvyi Rih Area and general demands for their reclaiming* [Naslidky diyalnosti hirnychodobuvnykh pidpryemstv dlia stanu zemel i landshaftu Kryvorizhzhia ta zahalni vymohy do yikh vidnovlennia]. Suchasni tekhnologii rozrobky rudnykh rodovysch. Ekolohe-ekonomichni naslidky diyalnosti pidpryemstv HMK. Proceedings of IV Sci. Tech. Conf. Kryvyi Rih: Publisher Roman Kozlov. P. 15–20.
2. Glukhov A. Z., Kharkhota A. I., Prokhorova S. I., Agurova I. V. (2011) «*Strategies of plant populations in technogenic ecosystems*» [«Strategii populyatsiy rasteniy v tekhnogennykh ekosistemakh»]. *Promyshlennaya botanika*. Issue 11, p. 3–13.
3. Glukhov A. Z., Kharkhota A. I., Prokhorova S. I., Agurova I. V., Zhukov S. P. (2011) «*Ecomorphological analysis for early-flowering plant species in technogenic ecotopes of south-east of Ukraine*» [«Ekomorfologicheskyy analiz rannetsvetushchikh vidov rasteniy v tekhnogennykh ekotopakh yugo-vostoka Ukrainy»]. *Ecology & Noospherology*. Vol. 22, Issue 3–4, p. 48–57.
4. Holovenko Ie. O., Korshykov I. I. (2018) «*Species diversity and distribution of lichens in Kryvyi Rih quarry dump complexes*» [«Vydove riznomanittia ta osoblyvosti poshyrennia lyshaynykiv u karyerno-vidvalnykh kompleksakh Kryvorizhzhia»]. *Ukr. Bot. J.*, Vol. 75, No 1, p. 50–58. doi: 10.15407/ukrbotj75.01.050
5. Denysyk H. I., Zadorozhnia H. M. (2013) *Derived processes and phenomena in landscapes of technogenesis zones* [Pokhidni protsesy ta iavyscha u landshaftakh zon tekhnogenezu]. Vinnytsia: Edelveys i K. 220 p.
6. Didukh Ia. P., Sheliakh-Sosonko Iu. R. (2003) «*Geobotanical zoning of Ukraine and adjacent territories*» [«Heobotanichne rayonuvannia Ukrainy ta sumizhnykh terytoriy»]. *Ukr. Bot. J.*, Vol. 60, No 1. P. 6–17.
7. Dobrovolskiy I.A. (1979) *Ecological and biocoenological principles for optimization of technogenic landscapes of steppe zone of Ukraine by greening and forestation (on example of Krivoy Rog Iron Ore basin): abstract of thesis for degree of Doctor in Biological Sciences* [Ekologo-biotsenologicheskije osnovy optimizatsiyi tekhnogennykh landshaftov stepnoy zony Ukrainy putem ozeleneniya i obleseniya (na primere Krivorozhskogo zhelezorudnogo basseyna)]. Dnepropetrovsk. 63 p.
8. Yeremenko N. S. (2016) *Rare species of ruderal communities of the city of Kryvyi Rih: contemporary state and problems of conservation* [Raryetni vydy ruderalnykh uhrupovan m. Kryvoho Rohu: suchasnyi stan i problemy okhorony]. Ridkisini roslyny i hryby Ukrainy ta prylehlykh terytoriy: realizatsiya pryrodokhoronnykh stratehiy. Proceedings of IV Int. Conf. Kyiv: PALY-VODAA. V. P. 80–83.
9. Kazakov V. L. (2010) *Criteria for temporal identifying the objects of industrial heritage* [Kryteriyy chasovoyi identyfikatsiyi obyektiv industrialnoi spadshchyny]. Scientific notes of Vinnytsia State Pedagogical University named after M. Kotsiubynskyi. Ser. Geography. Issue 21. Vinnytsia. P. 98–105.
10. Kazmina S.S. (2017) *Peculiarities of spontaneous revegetation of dumps in mountain-taiga zone of south of Siberia* [Osobennosti estestvennogo samozarastaniya otvalov v gorno-taezhnoy zone yuga Sibiri]. Problemy botaniki Yuzhnoy Sibiri i Mongolii. Collection of scientific articles after proceedings of XVI Int. Sci.-Pract. Conf. (Barnaul, 2017, June 5–8). Barnaul: Kontsept. P. 31–34.
11. Krasova O.O., Shol H.N., Pavlenko A.O. (2019) *Anisantha sterilis (L.) Nevski and Pterotheca sancta (L.) K. Koch in synanthropic flora of Kryvyi Rih Basin* [Anisantha sterilis (L.) Nevski ta Pterotheca sancta (L.) K. Koch u synantropniy flori Kryvbasu]. Synantropizatsiya roslynnoho pokryvu Ukrainy. Proceedings of III All-Ukrainian Sci. Conf. Kyiv. P. 90–93.
12. Mysnik K.O., Malenko Ia.V. (2019) «*Organization and development of vegetation of dump*

- “Livoberzhnyi”» [«Orhanizovanist i rozvytok roslynnosti vidvalu “Livoberezhnyi”»]. *Ecological Bulletin of Kryvyi Rih Area*. Issue 4, pp. 114–121. doi: 10.31812/eco-bulletin-krd.v4i0.2570
13. Pavlenko A.O. (2017) “*Quasi-steppe*” communities in technogenic landscapes of Kryvyi Rih Basin [Kvazistepovi uhrupovannia u tekhnogennykh landshaftakh Kryvbasu]. Proceedings of XIV Congress of Ukrainian Botanical Society. Kyiv. P. 67.
  14. Ragulina M. E. (2015) *Participation of the Bryophytes in the process of self-regeneration of technogenic-disturbed ecosystems of Volyno-Podillia and Precarpathians* [Uchast mokhopodibnykh u protsesakh samovidnovlennia tekhnogenno porushenykh ecosystem Volyno-Podillia ta Peredkarpattia]: abstract of thesis for degree of Candidate in Biological Sciences (speciality 03.00.16). Lviv. 20 p.
  15. Ramenskiy L. G. (1971) *Problems and methods of studying the vegetation cover. Selected works* [Problemy i metody izucheniya rastitelnogo pokrova. Izbrannye raboty]. Leningrad: Nauka. 334 p.
  16. Savosko V. N. (2010) «*Genesis and morphology of primitive soils of technogenic landscapes of Kryvyi Rih basin*» [«Genezis i morfologiya primitivnykh pochv tekhnogennykh landshaftov Krivbassa»]. *Questions of Bioindication and Ecology*. Issue 15, No. 2. P. 152–162.
  17. Slobodian L. (2012) *Rare flora of technogenic ecotopes of Drohobych-Boryslav urboindustrial complexes* [Ridkiska flora tekhnogennykh ekotopiv Drohobytsko-Boryslavskoho urboindustrialnoho kompleksu]. Collection of scientific works of young scientists of Drohobych State Pedagogical University named after I. Franko. P. 482–488.
  18. Smetana O. M., Mazur A. Iu. (2008) *On theory of phytooptimization for lands disturbed due to mining works* [Do teorii fitoptymizatsii porushenykh hirnychymy robotamy zemel]. Problemy zberezhennia bioriznomanittia v pryrodnykh ta tekhnogenno porushenykh ekosystemakh. Proceedings of IV Sci. Conf. for Young Scientists. Kryvyi Rih. P. 8–14.
  19. Tarasov V. V. (2012) *Flora of the Dnepropetrovsk and Zaporozhye regions. Vascular plants with their biology-ecological characteristic*. [Flora Dnipropetrovskoi ta Zaporizkoi oblasti]. Dnepropetrovsk: Lira. 296 p.
  20. Trotner (Prymachuk) V. V. (2016) *Finds of rare plants in Kryvyi Rih Area* [Znakhidky ridkisnykh vydiv roslyn na Kryvorizhzhii]. Pytannia stepovoho lisoznavstva ta lisovoyi rekultyvatsiyi zemel. Collection of scientific works. Issue 45. Dnipro: Lira. P. 60–67.
  21. Trotner V. V., Meshchanin I. I. (2018) *Finds of rare fern species in mining landscapes of Kryvyi Rih Area* [Znakhidky ridkisnykh vydiv paporotey v hirnychopromyslovykh landshaftakh Kryvorizhzhia]. Roslynni svit u Chervoniy knyzi Ukrayiny: vprovadzhennia Hlobalnoyi stratehiyi zberezhennia Roslyn. Proceedings of V Int. Conf. Kherson. P. 85–89.
  22. Filimonova E. I., Lukina N. V., Glazyrina M. A. «*Orchids in technogenic ecosystems of Ural*» [«Orkhidnye v tekhnogennykh ekosistemakh Urala»]. *Ekosistemy, ikh optimizatsiya i okhrana*. Issue 11. P. 68–75.
  23. Shol H. N., Kucherevskiy V. V. (2014) *Self-renewing feather-grass communities on a dump of former mine “Kochubeyivskiy”* [Samovidnovlennia kovylovykh uhrupovan na vidvali kolyshnioho Kochubeyivskoho rudnyka]. Vidnovlennia porushenykh pryrodnykh ekosystem. Proceedings of V Int. Sci. Conf. (Donetsk, 2014, May 12–15). Donetsk: B. v. P. 358–359.
  24. Shol H.N. (2017) «*Rare component of urbanoflora of Kryvyi Rih and ways to its conservation*» [«Rarytetna skladova urbanoflory Kryvoho Rohu ta shliakhy yiyi zberezhennia»]. *Chornomor. Bot. J.*, Vol. 13, No. 1. P. 108–118. doi: 10.14255/2308-9628/17.131/9.
  25. Red Book of Dnipropetrovsk Region (Kingdom of Plants). (2010) [Chervona knyha Dnipropetrovskoyi oblasti (roslynni svit)]. Ed. A. P. Travleev. Dnipropetrovsk: VVK Balans-Klub. 500 p.
  26. Red Data Book of Ukraine. Kingdom of Plants (2009) [Chervona knyha Ukrayiny. Roslynni svit]. Ed. Ia. P. Didukh. – Kyiv: Hlobalkonsaltnyh. 912 p.
  27. Iakubenko B. Ie., Popovych S. Iu., Ustyomenko P. M., Dubyna D. V., Churilov A. M. (2018) *Geobotany: methodical aspects of researches* [Heobotanika: metodychni aspekty doslidzhen]. Textbook. Kyiv: Lira K. 316 p.

28. Bilz M., Kell S. P., Maxted N., Lansdown R. V. (2011) European Red List of Vascular Plants. – Luxembourg: Publications Office of the European Union. 132 p.
29. Christian C. L., Oswald B. P., Williams H. M., Farrish K. W. (2016) Vegetative community development over 30 years within mixed pine-hardwood mine reclamation sites in East Texas. *Journal American Society of Mining and Reclamation*. Vol. 5, No. 2. P. 19–57.
30. Frouz, J., Franklin J.A. (2014) Vegetation and soil development in planted pine and naturally regenerated hardwood stand 48 years after mining. *Journal of American Society of Mining and Reclamation*. Vol. 3, No. 2. P. 21–40.
31. Grime J.P. (1978) Interpretation of small-scale patterns in the distribution of plant species in space and time. *Verh. Kon. ned. akad. wetensk. Afd. natuurk. R. 2. № 70*. P. 101–124.
32. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-1 [Electronic resource]. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources – Mode of access: WWW.URL: <http://www.iucnredlist.org/#>. Accessed by 6 April 2020.
33. Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M. (1999) Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. Kiev. 346 p.
34. Pitz C., Piqueray J., Monty A., Mahy G. (2018) «Naturally recruited herbaceous vegetation in abandoned Belgian limestone quarries: towards habitats of conservation interest analogues?» *Folia Geobotanica*. Vol. 53, No. 2. P. 147–158.
35. Turisová I., Štrba T., Andráš P., Aschenbrenner Š. (2014) «Floristic composition on the abandoned copper heaps in Central Slovakia». *Romanian Journal of Mineral Deposits*. Vol. 87. P. 61–64.
36. Vacek Z., J. Cukor, V. Podrazsky, R. Linda, J. Kovarik (2018) «Forest biodiversity and production potential of post-mining landscape: opting for afforestation or leaving it to spontaneous development?» *Central European Forestry Journal*. Vol. 64. P. 116–126.
37. Woch M. W., Radwacka M., Stefanowicz A.M. (2013) «Flora of spoil heaps after hard coal mining in Trzebinia (southern Poland): effect of substratum properties». *Acta Bot. Croat.* Vol. 72, No. 2. P. 237–256.